S.M.A.R.T.

S.M.A.R.T. (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology), que en español significa *Tecnología de auto monitoreo*, *análisis y reporte*, fue diseñado por IBM. Fue creado para monitorear el estado del disco usando varios métodos y dispositivos (sensores). Un solo disco duro ATA puede tener hasta 30 de tales valores medidos, a los que se le denomina *atributos*. Algunos de ellos afectan directa o indirectamente el estado de salud del disco duro y otros dan información estadística.

Hoy todos los discos duros modernos IDE/Serial-ATA/SCSI poseen la característica S.M.A.R.T. En realidad no es un estándar – así que el significado de los atributos puede ser diferente entre uno y otro fabricante. En este artículo, sólo hablaremos de discos duros ATA (IDE y Serial-ATA). Los discos duros SCSI trabajan distinto: el dato de predicción de falla es estándar y hay reglas estrictas sobre los algoritmos y sensores. Por ejemplo, la diferencia entre temperatura real y la medida por el sensor debiera ser menor que +/- 3 grados centígrados.

Muchos atributos son usados por todos los fabricantes, y de la misma forma (o cercana a ella). Es por eso que, por ejemplo, es posible detectar la temperatura y el consumo total a tiempo en muchos discos duros. Las aplicaciones más recientes están habilitadas para detectar, procesar y mostrar toda esta información.

De acuerdo a las especificaciones S.M.A.R.T., cuando un problema es detectado (predicción de falla), el disco duro debiera trabajar por al menos 24 horas para realizar un respaldo de información. Pero en muchos casos este tiempo no es suficiente – es por eso que es tan importante reconocer los problemas y estar preparado antes de que sea demasiado tarde.

S.M.A.R.T. en acción

El estado actual del disco duro es constantemente examinado por muchos sensores. Los valores medidos son entonces procesados por algunos algoritmos y los atributos correspondientes son modificados de acuerdo a los resultados.

Un solo atributo S.M.A.R.T. posee los siguientes campos:

- **Identifier** –*Identificador*- (byte): el significado del atributo. Muchos atributos tienen significados estándar (por ejemplo, 5 = número de sectores reubicados, 194 = temperatura, etc.). La mayoría de las aplicaciones proveen nombre y una descripción textual sobre los atributos.
- **Data** –*Datos*- (6 bytes): los valores medidos en bruto se almacenan en este campo, entregados por un sensor o contador. Entonces este dato es procesado por un algoritmo

diseñado por el fabricante del disco duro. En ocasiones diferentes partes de este valor (por ejemplo, bajo, medio, alto 16 bits) contiene distinto tipo de información.

- **Threshold** –*Umbral*- (byte): el valor límite (falla) para el atributo.
- **Value** –*Valor*- (byte): el estado de “salud” actual del atributo. Este número es calculado por el algoritmo, usando el dato en bruto (ver más arriba). En un disco duro nuevo, este número es alto (un máximo teórico, por ejemplo, 100, 200 ó 253) y disminuye durante el período de vida del disco.
- **Worst** –*Peor*- (byte): el peor valor (más pequeño) encontrado en el anterior período de vida del disco duro.
- **Status flags** –*Banderas de estado*-: indican el propósito principal del atributo. Un atributo puede ser, por ejemplo, crítico (capaz de predecir una falla) o una estadística (que no afecta directamente en su condición).

Nota: El software puede desplegar más información basada en estos campos (por ejemplo, el estado de un atributo, el que puede ser “OK” o “Siempre OK” etc.) y puede ayudar en la evaluación o gestión de los atributos.

No.	Attribute	Thre...	Value	Worst	Status	Data	Offset	Apply
3	Spin Up Time	63	203	202	OK	000000002D95	0	✓
	Time needed by spindle to spin-up to full RPM. Indicate problem with motor or bearings.							
4	Start/Stop Count	0	253	253	OK (Always passing)	00000000025E	0	✓
	Count of start/stop cycles of spindle. This value does not directly affect the condition of the drive.							
5	Reallocated Sectors Count	63	253	253	OK	000000000000	0	✓
	Count of sectors moved to the spare area. Indicate problem with the disk surface or the read/write heads.							
6	Read Channel Margin	100	253	253	OK	000000000000	0	✓
	Margin of a channel while reading data. The exact function of this attribute is not specified.							
7	Seek Error Rate	0	253	252	OK (Always passing)	000000000000	0	✓
	Rate of positioning errors of the read/write heads. Indicate problem with servo, head. High temperature can also cause this problem.							
8	Seek Time Performance	187	249	236	OK	00000000EC23	0	✓
	Average time of seek operations of the heads. Indicate problem with servo.							
9	Power-On Time Count	0	195	195	OK (Always passing)	000000009518	0	✓
	Total time the drive is powered on. The unit of the measure depends on the manufacturer.							

Fig.1 – Algunos *atributos y sus detalles*

Un atributo es **correcto, cuando el valor (Value) es mayor o igual al umbral (Threshold).** Si esto no fuera así para un atributo crítico, entonces se predice una falla, el disco duro es considerado defectuoso y debiera ser reemplazado inmediatamente (el atributo determina el problema). Los fabricantes y vendedores reemplazan el disco duro para efectos de garantía.

La función S.M.A.R.T. en el BIOS de tarjetas madre modernas advierte al usuario en este punto antes de bootear el sistema operativo. Si el umbral (Threshold) es **0** para cualquier atributo,

este último **no es capaz** de predecir una falla (porque el valor –*Value*- no puede ser menor que cero).

Matemáticamente, un atributo es perfecto si la siguiente desigualdad es VERDADERA (puedes saltarte este párrafo si odias las matemáticas):

$$A - f(r) >= C \quad (1)$$

Donde:

- A – Es el valor máximo teórico, el “mejor” valor posible para el atributo.
- f – Una función para calcular la disminución basada en los valores brutos (r).
- C – Nivel específico de umbral (Threshold) del vendedor.

Este método tiene algunas desventajas. Los valores A, B, C (o la función f) no están definidos de manera exacta (estos pueden variar de modelo a modelo incluso con dos discos duros del mismo fabricante). Otra desventaja es que los atributos son evaluados de forma independiente, la relación entre ellos es ignorada.

Los problemas con S.M.A.R.T.

El modelo descrito más arriba tiene muchos puntos débiles. Debido a estos problemas, en la mayoría de los casos la predicción de falla no funciona del todo. Los mayores problemas son:

1. Umbrales incorrectos

La mayoría de los problemas con S.M.A.R.T. (falta de predicción de falla) son causados por la selección incorrecta de los umbrales (Thresholds). Debido a esto, los atributos del disco duro **no tienen oportunidad** de alcanzar los umbrales – usualmente fallan (se convierten inútiles) antes de alcanzar este punto. En estos casos, S.M.A.R.T. no predice realmente la falla.

En la práctica, nos podemos encontrar con valores de umbral que no son reales. Por ejemplo, en la mayoría de los discos duros, muchos miles de sectores en mal estado (que no se pueden leer o escribir) son requeridos (de acuerdo al tamaño del área disponible) antes de que S.M.A.R.T. muestre el problema. No parece ser un gran problema porque 1000 de dichos sectores en mal estado toman “sólo” 512,000 bytes de datos (y esto no significa una pérdida de capacidad porque en su lugar se usa el área disponible), pero puede ser importante el cómo nacen estos sectores en mal estado, dónde están ubicados en la superficie y cuál es su rango de aumento.

En la mayoría de los casos, los problemas pueden ser detectados con mucha anticipación antes de que un valor de atributo alcance su umbral (Threshold). Por ejemplo, un problema de cabezal puede dejar muchos miles de sectores inútiles (en mal estado), puede hacer que

las partes más grandes de la superficie del disco no puedan ser leídas – previniendo la recuperación de datos en esta área del disco. Además, el análisis de dicha área con problemas y el guardado de los datos al área disponible puede necesitar mucho tiempo (incluso horas), y es posible que la operación no se complete sin errores. Durante este proceso, el sistema operativo usualmente deja de responder, así que un disco duro con problemas puede causar una completa inestabilidad al sistema.



Fig.2 - *Valor=253, Umbral=63, en este disco se requieren 1900 sectores en mal estado para alcanzar el Umbral. Afortunadamente, en este disco, no hay tales sectores en mal estado.*

También podemos hablar sobre los valores de Umbral seleccionados de forma inapropiada. Algunos fabricantes de discos duros pueden definir 60-70 años o incluso más para el tiempo de vida total de un disco duro cuando se ha examinado el atributo correspondiente. Es realmente interesante – porque los fabricantes usualmente definen el tiempo de vida en 5 años, designado en los manuales del producto. Por otra parte, S.M.A.R.T. no alertará cuando se alcance el final del tiempo de vida, debido a que este atributo por lo general no es uno crítico.

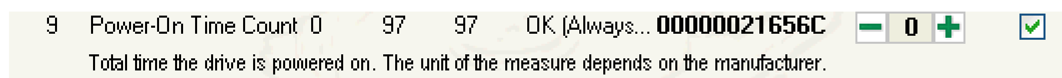


Fig.3 – *El Valor ha disminuído de 100 a 97 después de 759 días de uso. Cuánto tiempo necesitaríamos para llegar al fin del tiempo de vida especificado por el vendedor?*

Por otro lado, **el valor de Umbral (Threshold) es 0 para muchos atributos críticos**. Debido a que el Valor no puede disminuír por debajo de 0, estos atributos nunca indicarán algún signo de falla – incluso si “quisieran” hacerlo. Así que **S.M.A.R.T. nunca alertará**.

No.	Attribute	Thre...	Value	Worst	Status	Data	Offset	Apply
196	Reallocation Event Count	0	253	253	OK (Always passing)	000000000000	0	✓
	Count of sector remap operations. Number of all (successful and failed) remap operations.							
197	Current Pending Sector Count	0	253	253	OK (Always passing)	000000000000	0	✓
	Count of unstable sectors. These pending sectors may be remapped to the spare area.							
198	Off-Line Uncorrectable Sector Count	0	253	253	OK (Always passing)	000000000000	0	✓
	Count of uncorrectable errors when reading/writing. Indicate problem with the disk surface or the read/write heads.							
199	Ultra ATA CRC Error Count	0	199	198	OK (Always passing)	000000000001	0	✓
	Count of errors during data transfer between disk and host. Indicate problem with the power supply or data cable.							
200	Write Error Rate	0	253	252	OK (Always passing)	000000000000	0	✓
	Errors occured while writing raw data from a disk. Indicate problem with the disk surface or the read/write heads.							
201	Soft Read Error Rate	0	253	249	OK (Always passing)	00000000000E	0	✓
	Number of software read errors. The number of uncorreactable read errors.							
202	Data Address Mark Errors	0	253	252	OK (Always passing)	000000000000	0	✓
	Number of data address mark errors. Number of incorrect or invalid address marks.							
203	Run Out Cancel	180	253	252	OK	000000000004	0	✓
	Number of data correction errors. Invalid error correction checksum found during error correction.							

Fig.4 – *Atributos críticos con el Umbral 0.*

Algunas veces los atributos muy importantes no están marcados como “críticos”. Ello significa que las aplicaciones de monitoreo del disco duro y la función S.M.A.R.T. del BIOS no examinan estos atributos del todo.

2. Método de evaluación incorrecto

La mayoría de las aplicaciones usan el método específico del vendedor, descrito más arriba, para calcular y mostrar la salud del disco. El resultado es que la mayoría de los discos duros lucen mucho mejor que su estado real. Los fabricantes de discos duros puede que incluso elijan Umbrales (Threshold) o algoritmos para mostrar sus discos duros mejor que otro disco duro de otro fabricante. Esto puede confundir tanto a las aplicaciones como a los usuarios.

Los desarrolladores de software sólo usan el método de evaluación dependiente del fabricante y no hacen nada sobre la detección del estado real de salud de los discos. Debido a esto, es posible que el usuario use una aplicación de monitoreo de disco duro, pero el disco duro falla antes de mostrar cualquier señal de problemas o incluso una disminución en su condición. Tales aplicaciones puede que muestren 10-20 años o más como tiempo de vida restante – lo cuál no deja de ser cuestionable.

3. Peso de los atributos

Distintos atributos afectan de forma diferente a la salud del disco. Algunos (por ejemplo, 10 – *spin retry count*) son muy críticos. Un pequeño cambio en este atributo puede indicar un problema serio, por ejemplo que el motor o los rodamientos estén malos – pero también puede ocasionar este problema que la fuente de alimentación esté debilitada.

Pata tales atributos, los fabricantes por lo general usan un valor alto de Umbral, para que así se pueda alcanzar relativamente fácil. Pero debido a la selección del Umbral y de la función *f* descrita más arriba en desigualdad (1), algunos problemas pueden ser ignorados por completo. Así que los usuarios no notarán ningún cambio en los atributos críticos.

Otro problema es que la relación entre los atributos a menudo es ignorada. Es posible que dos o más valores de atributo casi lleguen a sus Umbrales – pero la falla no se predice debido a que ninguno alcanza dicho nivel de Umbral.

4. Falta de realimentación

Sin el uso de un software apropiado que sea capaz de leer la información S.M.A.R.T., el usuario **no notará ningún problema** con el disco duro, sólo cuando sea demasiado tarde. Si el número de sectores dañados aumenta lentamente (que el disco duro encuentre nuevos sectores problemáticos, que los analice y los reubique), el usuario puede que no note nada, especialmente si sólo está funcionando el protector de pantalla. Pero durante el proceso de re-ubicación, el sistema operativo parecerá estar congelado (no responde) y los usuarios tal vez reseteen o apaguen la computadora en ese preciso instante. Tal pérdida de energía no ayuda mucho al disco duro en el proceso de recuperación (se reiniciará más tarde).

5. Temperatura, problemas con el sensor

Sin el uso de software, puede que el usuario tampoco note una alza de temperatura en el disco duro. Ambas, CPU y tarjetas de video modernas poseen protección (apagado de emergencia) contra altas temperaturas, pero los discos duros no. Incluso peor, **los discos duros son mucho más sensibles a las altas temperaturas** que ningún otro componente dentro del gabinete. Es por eso que la mayoría de los fabricantes limitan la temperatura máxima de operación a 50-55 grados Celsius.

La mayoría de BIOS tienen respaldo para examinar los voltajes de la fuente de alimentación, la velocidad de los ventiladores, temperatura de la CPU, etc. Pero no es posible examinar la temperatura del disco duro desde el BIOS. La función S.M.A.R.T. del BIOS no alerta si la temperatura del disco duro está muy alta. Así que es posible que el disco duro esté trabajando en un ambiente muy caliente.

Pero es importante saber que muchos sensores de temperatura de disco duro no son muy exactos (en ocasiones la diferencia entre la temperatura real y la detectada puede ser de 8-10 grados Celsius o incluso más). Es recomendable usar un dispositivo externo (por ejemplo un termómetro infrarrojo) para medir la temperatura del disco duro y configurar la diferencia entre los valores medidos y los mostrados (calibración). Así entonces el software mostrará el correcto (ajustado) valor de temperatura (si esta función estuviera integrada).

También es recomendable examinar la temperatura cuando el disco duro está en reposo (*idle*) y cuando está operando por un período largo.



Fig.5 – Si la temperatura es demasiado alta o demasiado baja (en comparación con el ambiente)

cuando se enciende la computadora, es recomendable verificar la exactitud del sensor de T°.

6. Controladores incorrectos

Puede que encontremos muchos controladores que no sean los idóneos para el disco duro. Por usar tales controladores, uno o más discos duros no entregarán información S.M.A.R.T. conectada a dichos controladores (o tarjetas madre). Normalmente esto es independiente del software utilizado porque las aplicaciones generalmente usan el mismo método para accesar al disco duro y detectar información concerniente. Es posible que dos discos duros entreguen al 100% la misma información (normalmente los detalles del primero o disco duro MAESTRO PRIMARIO). El software puede que filtre esto y muestre información real (pero parcial), pero se recomienda verificar que los detalles sean los correctos (por ejemplo, que no se muestre el número de serie del disco duro dos o más veces).

Usualmente, los controladores soportan un rango limitado de comandos de disco duro. Es por eso que algunas características no funcionan en todos los casos (por ejemplo, gestión de la acústica), incluso si el disco la soporta.

Es recomendable examinar si el fabricante tiene paquetes de controladores corregidos, actualizados o bien actualizaciones del *firmware*. Estos **puede** que mejoren la situación. Si existen controladores RAID y non-RAID, es importante usar el correcto (non-RAID si no existe un arreglo RAID). Usando el otro paquete (el incorrecto) puede que se limiten algunas características, y por lo general la temperatura y el estado de salud del disco no se mostrarán.

Muchas tarjetas madre o controladores de disco duro no poseen drivers 100% correctos para Windows Vista. Esto además puede prevenir la detección de la información del disco duro y predicción de falla bajo el nuevo sistema operativo.

7. Hardware o datos incorrectos

Esta es la extensión del problema anterior N°6. Algunos controladores de disco duro o tarjetas madre no entregan del todo los valores de Umbral (Threshold) de S.M.A.R.T. – o todos esos valores son 0. Los discos duros conectados a dichos controladores no mostrarán ninguna señal de falla debido a que los valores de atributo no son capaces de disminuír a un valor por debajo de cero. Puede también que las aplicaciones muestren una condición “excelente” debido a que los Valores están muy lejos del Umbral.

S.M.A.R.T. Parameters :

1	Raw Read Error Rate	0	59	53	00000016FF67	000F
3	Spin Up Time	0	98	97	000000000000	0003
4	Start/Stop Count	0	100	100	000000000059	0032
5	Reallocated Sectors Count	0	100	100	000000000000	0033
7	Seek Error Rate	0	87	60	0000202E46C7	000F
9	Power-On Time Count	0	93	93	000000001ACC	0032
10	Spin Retry Count	0	100	100	000000000000	0013
12	Drive Power Cycle Count	0	99	99	0000000005EE	0032
194	HDD Temperature	0	34	52	000000000022	0022
195	Hardware ECC Recovered	0	59	53	00000016FF67	001A
197	Current Pending Sector Count	0	100	100	000000000000	0012
198	Off-Line Uncorrectable Sector Count	0	100	100	000000000000	0010
199	Ultra ATA CRC Error Count	0	200	199	00000000000A	003E
200	Write Error Rate	0	100	253	000000000000	0000
202	Data Address Mark Errors	0	100	253	000000000000	0032

Fig.6 – *Todos los valores de Umbral son 0 – el disco duro "por siempre joven y saludable". En serio?*

También es posible que la información entregada por el controlador del disco duro no esté completa. Esto no afecta al estado de predicción de falla del disco duro, sin embargo alguna información detectada y desplegada puede que no sea la correcta. Afortunadamente **esto no afecta** ni a la temperatura ni a la salud del disco duro. Las aplicaciones más recientes verifican la firma ATA y los valores *checksum* (descritos en la página 116 de "AT Attachment - 8 ATA/ATAPI Command Set") y despliegan una advertencia si estos valores no son los correctos.

ATA control byte	Valid
ATA checksum value	Valid

Fig.7 – *Caso ideal: el controlador y el driver entregan información correcta y confiable.*

Sectores defectuosos?

Los usuarios a menudo preguntan sobre qué es un "sector defectuoso", cómo nacen y qué pueden hacer para repararlos. Están confundidos debido a que al verificar la superficie del disco con un software (por ejemplo usando *Windows Scandisk*) este no reporta ningún problema o sectores dañados.

S.M.A.R.T. constantemente está analizando la superficie del disco durante las operaciones normales. Si encuentra un área problemática (uno o más sectores en donde los datos son difíciles de leer o escribir), intenta leer los datos y copiarlos al área disponible. Entonces la ubicación original es marcada (internamente) como *defectuosa* y también todas las operaciones de lectura/escritura que apunten a la ubicación original, se redirigen entonces al área disponible.

Cuando la operación se ha completado, el área original (defectuosa) **no es accesible** para el software nunca más. Incluso reinstalar o muchas operaciones de formateo completo no mostrarán problemas debido a que el área original defectuosa no será usada nunca más. Es por eso que los programas (como por ejemplo Windows Scandisk) no encontrarán sectores problemáticos. Sólo la función de borrado seguro del **hardware** tendrá acceso a esta área (despejando estos sectores, incluso).

Es por eso que, por ejemplo, el comando “format” de DOS nunca mostrará sectores defectuosos en los más modernos discos duros debido a la función S.M.A.R.T. (excepto si el área disponible está llena, sin embargo, es realmente difícil encontrar un disco duro así).

La reubicación de sectores puede completarse con o sin errores (los discos duros están trabajando mucho mejor ahora comparado con modelos antiguos). Pero el procedimiento de reubicación puede causar una inestabilidad al sistema si tarda demasiado tiempo.

El usuario no notaría nada sobre los pasos descritos más arriba – sólo cuando el número de sectores defectuosos es suficientemente alto (se ha alcanzado el nivel de Umbral) y entonces S.M.A.R.T. predice una posible falla.

Solución

Que exista una falla de disco duro sin haber ningún signo antes de la catástrofe es extremadamente extraño, excepto si la unidad se cae, o si existe un alto voltaje (bias) o si un desastre natural causa el problema. Pero estas circunstancias no pueden ser predecidas por S.M.A.R.T., por supuesto. Por lo general cuando nacen algunos sectores defectuosos, su número aumenta lentamente (tal vez puedan transcurrir semanas sin que haya alguna señal de nuevos problemas). En otros casos, la alta temperatura y/o algunos problemas realmente críticos pueden causar la muerte de la unidad.

También es muy común que el efecto combinado de 2 o más atributos indique problemas distintos. Por ejemplo, si el motor del disco duro no es capaz de girar fácilmente (que necesite algunos reintentos) o que gire demasiado lento, puede indicar que posiblemente sea un problema con el mismo, o con sus rodamientos. Tales problemas han dejado rastros en los atributos S.M.A.R.T. correspondientes. Así que todos los cambios (incluso muy pequeños) pueden ser detectados.

Es importante detectar estos signos con mucha anticipación antes de que puedan llevar a la falla. Es recomendable descartar por completo todo el modelo descrito más arriba e ignorar los valores de Umbral elegidos erróneamente (o perdidos) y evaluar sólo los **números de los datos en bruto, para detectar la cantidad real de los distintos problemas** sobre los discos duros. Es aconsejable también examinar la conexión que existe entre diferentes atributos. De esta forma se tendrá una imagen correcta sobre el estado real, y poder prepararse e incluso evitar pérdida de datos.

También se recomienda elegir cómo queremos evaluar el estado del disco duro, dependiendo del uso real y "estrés" de estos. Por ejemplo, en el caso de un servidor, laptop o un disco duro con información crítica, el problema más pequeño puede ser peligroso, así que si existe alguno (por pequeño que sea) se debe notificar.

Algunas aplicaciones pueden ofrecer distintos métodos de evaluación para los diferentes usos de los discos duros, y puede que den una descripción textual sobre la situación actual y consejos para mejorar la condición. Es una agradable función si el software puede crear alarmas pasivas (enviar e-mail, ejecutar un sonido o apagar la computadora), pero puede ser mejor si la aplicación es capaz de prevenir de forma activa la pérdida de datos, por ejemplo realizando una operación de respaldo automático si se detecta un nuevo problema.

La aplicación Hard Disk Sentinel fue desarrollada considerando estos requerimientos. Durante el desarrollo, fue examinada la información S.M.A.R.T. de muchos discos duros ("failed", "not working") de muchos fabricantes distintos. Los métodos de evaluación fueron diseñados basados en la información recolectada. Es importante decir que el S.M.A.R.T. tradicional **no predijo falla** para la mayoría de estos discos duros.

Ejemplo

Recibimos un **disco duro que no funcionaba para la recuperación de sus datos** con los siguientes atributos S.M.A.R.T.:

ID	Attribute name	Threshold	Value	Worst	Data	Status flags	Critical?
1	Raw Read Error Rate	50	100	100	000000000000	000B	Yes
2	Throughput Performance	50	100	100	000000000000	0005	
3	Spin Up Time	1	100	100	0000000001E9	0027	
4	Start/Stop Count	0	100	100	000000000A5A	0032	
5	Reallocated Sectors Count	50	100	100	000000000015	0033	Yes
7	Seek Error Rate	50	100	100	000000000000	000B	Yes
8	Seek Time Performance	50	100	100	000000000000	0005	
9	Power-On Time Count	0	87	87	0000000014C1	0032	
10	Spin Retry Count	30	152	100	000000000000	0033	Yes
12	Drive Power Cycle Count	0	100	100	0000000009EA	0032	
192	Vendor-specific	0	100	100	000000000058	0032	
193	Load/Unload Cycle Count	0	73	73	00000004218D	0032	
194	HDD Temperature	0	100	100	003B00020024	0022	
196	Reallocation Event Count	0	100	100	00000000000F	0032	
197	Current Pending Sector Count	0	100	100	000000000004	0032	
198	Off-Line Uncorrectable Sector Count	0	100	100	000000000000	0030	
199	Ultra ATA CRC Error Count	0	200	200	000000000000	0032	
220	Disk Shift	0	100	100	0000000000B3	0002	
222	Loaded Hours	0	95	95	0000000007EA	0032	
223	Load/Unload Retry Count	0	100	100	000000000000	0032	
224	Load Friction	0	100	100	000000000000	0022	
226	Load-in Time	0	100	100	00000000017F	0026	
240	Head flying hours	1	100	100	000000000000	0001	Yes

La **función S.M.A.R.T.** del BIOS **no mostró ningún problema**. De acuerdo a la tabla, los **Valores** (100 y más) están muy lejos de los límites correspondientes al **Umbral**. La mayoría de ellos (Valor = 100) todavía están en el máximo teórico. Si usáramos el método de evaluación tradicional (analizando los Valores y Umbrales), la condición del disco duro parece ser **perfecta**. Los Valores por debajo de 100 son causados por la edad y el uso de la unidad. Pero el tiempo de encendido total (*Power On Time*) de este disco duro es tan sólo 5313 (0x14C1) horas (el fabricante definió correctamente su tiempo de vida: el período de vida total es de aproximadamente 4.7 años, usando el disco a diario las 24 horas (5313/0.13)/24/365 = 4.665 años). Así que la unidad no es tan vieja.

En contraste, si usamos Hard Disk Sentinel y seleccionamos el método de evaluación **estricto** (debido a que este disco duro es uno de 2.5”, usado en una notebook), obtendremos un resultado completamente diferente. Durante la evaluación, el software examina los atributos importantes (incluso si no están marcados como “críticos” por el fabricante).

La salud del disco duro (checando el campo **Datos** de los atributos 5, 196 y 197):

$$100 \text{ x } (100 - 10\text{x}6) \text{ x } (100 - 30) \text{ x } (100 - 4\text{x}4) = \mathbf{23.52\ \%}$$

De acuerdo a este número, la salud es inquietante. Por defecto, este software podría **alertar al usuario** si el valor de salud es tan bajo como este número. Seleccionando tanto el método de evaluación como los niveles de alerta correctos, es posible predecir una falla con mucho tiempo de anticipación antes de una catástrofe. El propietario de este disco duro podría haber prevenido una pérdida de datos si hubiese instalado este software antes.

Un valor bajo de salud solo, no significa necesariamente que el disco duro seguramente morirá en un futuro cercano (para verificar esto, se requiere un completo examen al hardware), pero hay una posibilidad segura de falla. El problema del disco duro descrito más arriba no puede ser detectado fácilmente, pero como podemos ver, hubieron algunas señales en los atributos S.M.A.R.T. Otros discos duros con otros problemas puede que funcionen por mucho tiempo, meses o años (incluso si poseen el valor de salud más bajo). Los problemas ocasionados en un período corto (por ejemplo, un ambiente demasiado caliente o un suministro de energía incorrecto) no desaparecerán. Pero después de corregir lo relacionado a esos problemas (usando un disipador de calor, ventilador o reemplazando la fuente de poder), el tiempo de vida del disco duro se puede extender. De todos modos, es recomendable examinar regularmente o constantemente el estado de estos discos duros y usarlos solamente como medio de almacenamiento de datos secundario. Los usuarios además deben asegurarse de que sus archivos importantes y de valor sean almacenados en otro disco duro (que posea el valor de “salud” más alto).